

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002314

International filing date: 16 February 2005 (16.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-281611
Filing date: 28 September 2004 (28.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 March 2005 (10.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

17.02.2005

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 9月28日
Date of Application:

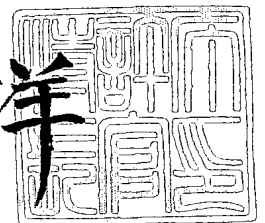
出願番号 特願2004-281611
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-281611]

出願人 東レ株式会社
Applicant(s):

2005年 1月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 BPR204-169
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B29C 70/00
【発明者】
 【住所又は居所】 愛媛県伊予郡松前町大字筒井 1 5 1 5 番地 東レ株式会社 愛媛
 工場内
 【氏名】 関戸 俊英
【特許出願人】
 【識別番号】 000003159
 【氏名又は名称】 東レ株式会社
 【代表者】 榊原 定征
【代理人】
 【識別番号】 100091384
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伴 俊光
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012874
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、該キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けてマトリックス樹脂を注入して該強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させる繊維強化樹脂の R T M 成形装置において、前記樹脂注入ラインが複数に分割形成されていることを特徴とする R T M 成形装置。

【請求項 2】

前記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインとが、前記キャビティの実質的に外周全域に渡って形成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の R T M 成形装置。

【請求項 3】

前記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインにおいて、樹脂注入ラインが樹脂排出ラインの 2 倍以上の長さであることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の R T M 成形装置。

【請求項 4】

前記樹脂注入ラインおよび／または樹脂排出ラインが成形型に加工された凹部状の溝からなることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の R T M 成形装置。

【請求項 5】

前記成形型が上型と下型とからなり、前記凹部状の溝が総て下型に加工されていることを特徴とする、請求項 4 に記載の R T M 成形装置。

【請求項 6】

前記樹脂排出ラインも複数に分割形成されていることを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の R T M 成形装置。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の R T M 成形装置を用いて繊維強化樹脂を成形することを特徴とする R T M 成形方法。

【請求項 8】

複数に分割形成されてなる樹脂注入ラインからの樹脂注入を、樹脂排出ラインから実質的に遠い側の樹脂注入ラインより順次行うことを特徴とする、請求項 7 に記載の R T M 成形方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】R T M成形装置および方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、比較的大型（例えば、成形投影面積が 1 m^2 以上）のFRP（繊維強化樹脂）部材のRTM（レジン・トランスファー・モールドイング）成形において、最適な成形条件を設けることによって、上記比較的大型のFRP部材を短時間のうちに高効率で成形することが可能なできるRTM成形装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のRTM成形においては、一般的には1つの注入口や注入ラインから樹脂を加圧注入する。例えば、成形品が多角形の形状（複数辺）からなる場合、樹脂注入は1辺から対向する他の辺に向かって注入される（例えば、特許文献1、特許文献2）。しかし、このような方法では1辺から対向辺に向かって樹脂は確実に順次強化繊維基材に含浸しながら流動していくが、成形品が比較的大型になってくると樹脂流動に多大の時間を要し、場合によっては樹脂が流動中にゲル化時間に達してしまい完全に含浸する前に流動が停止するという問題がある。そこで、前記特許文献1の様に、樹脂注入ラインを成形品の複数箇所に向けて順次注入していく方法が提案されているが、この方法は成形品の成形領域内から樹脂注入するため、コアを用い該コアの両面に強化繊維基材を配置するサンドイッチ成形品に対しては成形型面側からの注入ができず適用できない。また、サンドイッチ成形品でない場合でも、両面型でしかも表面に高い意匠性を要求される成形品の成形には適用できない。この様に、従来のRTM成形方法では、比較的大型の成形品を効率良く成形することが困難であった。

【0003】

通常、RTM成形型には多大の時間を要することから生産性が低いという大きな問題がある。一方、横割れ型、即ち成形型が上下型の構成では、前記の強化繊維基材の型面へのセットは比較的容易でかつセット時間も短時間でできる利点がある反面、一般的な樹脂の注入方法、即ち $0.2 \sim 1.0\text{ MPa}$ の圧力で加圧し、格別流速をコントロールしないで樹脂注入した場合は、樹脂が圧力に応じた流速で型内に流入して行き、比較的短時間で型内に樹脂が充填されるが、強化繊維基材が樹脂流れで乱れたり、流速が速くて不均一な流れが生じて成形品の表面にボイドやピンホールが多数発生することがある。

【0004】

特に、成形時間を短縮したり大面積の成形品を短時間で成形するために、樹脂の吐出圧力が 0.5 MPa 以上の高圧で（従って、高速で）樹脂注入する場合は、強化繊維基材（特に、平織物）の織り組織の乱れが生じ易く、また高速で樹脂が型内を流動するため、基材の微妙な厚み斑や基材同士のオーバーラップなどによる部分的な基材構成の違いによって流動抵抗が流動領域内でばらつくため、均一な流れを保てないことから、局所的に「流れの先回り」などが生じて大きなボイドが発生することがある。更にまた、実際に該基材部分に樹脂は流れて来てはいるが、流れが速いことから例えば織物の織り目にあった気体が抜ける間が無く滞留してしまい、ピンホールとして表面に欠陥を発生させる場合がある。このような基材乱れやボイド、ピンホールなどの意匠性に係わる外観品位の低下をもたらす従来の成形条件や成形プロセスでは、成形時間の短縮化のための高速注入を行いながら、高い表面品位を確保することは困難である。成形品のサイズが大きくなればなるほど、どうしても高速樹脂注入することから、このような外観品位上の欠陥は発生しやすい。

【0005】

このような意匠性に係わるボイドやピンホールの発生には、樹脂の流動状態が大きく影響することから、強化繊維基材の密度、つまり目付量も重要な因子になる。つまり、1層当たりの強化繊維の目付量は樹脂の流動抵抗や気泡の抜け易さに影響を与えるため、樹脂流動条件に応じた適正な目付量に設定する必要がある。この目付の適正化には単に表面品位の面ばかりでなく、プリフォームの作業性や強度利用率等の観点からも設定する必要がある。

る。即ち、目付が大きすぎて基材の剛性が高くなると型面に強化繊維基材が沿い難くて立体形状への賦形が難しくなり、プリフォーム化に多大の作業時間が掛かったり、その際に基材乱れを生じてFRP成形品の力学特性が低下する事態を招くことがある。即ち、効率的な生産を行うためには、生産条件（成形サイズ、成形条件など）に合った目付量が存在する。

【0006】

また、成形条件の中で、特に温度や樹脂注入圧力が表面品位に与える影響度は高い。注入される樹脂自体の温度や、金型で加熱される樹脂温度が高い場合、樹脂粘度が下がって流動性が上がり、基材への樹脂含浸性は良いが、粘度上昇率が高くなって急激に流動性が悪化し、成形品が大きい場合は樹脂の流動が途中から減速し、未含浸をもたらす場合がある。どうにか全域に樹脂流動しても、粘度が高くなった領域では、未含浸には至らなくてもボイドやピンホールが多発することがある。一方、金型温度に斑があったり、成形中に変化したりすると型内に残っていた極微小な気泡同士が接触して、ボイドやピンホールに発展する大きな気泡に成長することがある。

【0007】

また、圧力も適度であることが重要である。つまり、高過ぎて樹脂流速が速くなり、基材の織り組織を乱したり、キャビティ内で体積膨張して気泡を発生させたり、低過ぎて残存気泡を小さく圧縮できない場合がある。

【0008】

また、反応性樹脂から硬化過程で反応ガスが生じたり、既に樹脂中に内包していた微細なガス（気泡）が時間と共に成長して大きくなり、ボイドやピンホールに成長することもあるので、樹脂が基材に含浸した後はできるだけ早く、速やかに硬化する方がよい。

【0009】

該反応性樹脂の材料特性が成形効率に与える影響度は非常に高く、例えば硬化剤の種類によっては樹脂の反応の初期に反応速度が最大となり、時間が経過するに従って反応速度が低下し、そのために硬化に要する時間が長くなる場合がある。これに対して、成形型の温度を上昇させて硬化時間を短縮しようとする、今度は初期の粘度上昇が過大となり、樹脂注入・流動時に粘度が過度に上昇して、果てはゲル化してしまい、成形が途中で停止して未含浸部分を生じる場合もある。

【0010】

この様に、FRP成形（特に、RTM成形）では、成形サイズ（面積）に応じた適正な成形条件や材料特性が存在し、適正な条件で成形しないと品質面、特に表面品位の点で問題を生じ易いと言える。

【特許文献1】特開平8-58008号公報

【特許文献2】特開2003-11136号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の課題は、従来の上述した問題点を解決し、比較的大型、実質的に投影面積が1m²以上の繊維強化樹脂製品を成形するRTM成形において、ボイドのない高品質の成形品を効率よく短時間で成形可能なRTM成形装置および方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明に係るRTM成形装置は、成形型のキャビティ内に強化繊維基材（とくに、積層された比較的大型の強化繊維基材）を配置し、該キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けてマトリックス樹脂を注入して該強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させる繊維強化樹脂のRTM成形装置において、前記樹脂注入ラインが複数に分割形成されていることを特徴とするものからなる。

【0013】

このRTM成形装置においては、上記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインとが、上記キャ

ビティの実質的に外周全域に渡って形成されていることが好ましい。また、上記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインにおいて、樹脂注入ラインが樹脂排出ラインの2倍以上の長さであることが好ましい。

【0014】

このような樹脂注入ラインおよび／または樹脂排出ラインが成型型に加工された凹部状の溝から構成することができる。成型型が上型と下型とからなる場合、凹部状の溝は総て下型に加工されていることが好ましい。

【0015】

本発明に係るR T M成形装置においては、上記樹脂排出ラインも複数に分割形成されている構成とすることができる。

【0016】

本発明に係るR T M成形方法は、上記のようなR T M成形装置を用いて繊維強化樹脂を成形することを特徴とする方法からなる。

【0017】

このR T M成形方法においては、複数に分割形成されてなる樹脂注入ラインからの樹脂注入を、樹脂排出ラインから実質的に遠い側の樹脂注入ラインより順次行うことが好ましい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によるR T M成形装置および方法によれば、従来のR T M成形では困難であった比較的大型のF R P成形品をボイドなどの欠陥が発生することのない状態で、効率よく短時間で安定的に成形できる。即ち、高サイクルで量産が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明について、望ましい実施の形態とともに詳細に説明する。

本発明に係るR T M成形で得られるF R P部材とは、強化繊維により強化されている樹脂を指し、強化繊維としては、例えば炭素繊維、ガラス繊維、アルミナ繊維、金属繊維、窒化珪素繊維などの無機繊維や、ポリアミド系合成繊維、ポリオレフィン系合成繊維、ポリエステル系合成繊維、ポリフェニルスルホン系合成繊維、ポリベンゾオキサジン系合成繊維、アセテート、アクリロニトリル系合成繊維、モダクリル繊維、ポリ塩化ビニル系合成繊維、ポリ塩化ビニリデン系合成繊維、ポリビニルアルコール系合成繊維、ポリウレタン繊維、ポリクラール繊維、タンパクーアクリロニトリル共重合系繊維、フッ素系繊維、ポリグリコール酸繊維、フェノール繊維、パラ系アラミド繊維などの有機繊維等の中から単種、あるいは複数種選ぶことができる。これら強化繊維は、織布状、不織布状、マット状、短繊維状など各種形態を採りうる。中でも、自動車用外板や構造部材などに適する繊維としては、高強度・高剛性である炭素繊維やガラス繊維が挙げられる。

【0020】

また、本発明で使用する強化繊維基材とは、例えば樹脂の含浸されていない強化繊維を指し、その形態としては、不織布やマット、ニット材料、チョップドファイバーなどの短繊維状の均質形態が好ましい。更に、これらとインサート部品との組み合わせ等が挙げられ、その用途により使い分けられる。

【0021】

尚、前記インサート部品とは、例えばスチールやアルミニウムなどの金属板や、金属柱、金属ボルト、ナット、ヒンジなどの接合用の金属、アルミハニカムコア、あるいはポリウレタン、ポリスチレン、ポリイミド、塩化ビニル、フェノール、アクリルなどの高分子材料からなるフォーム材やゴム質材、木質材等が挙げられ、主として、釘が効くことや、ネジが立てられる等の接合を目的としたインサート部品、中空構造で軽量化を目的としたインサート部品、振動時の減衰を目的としたインサート部品などが多く用いられる。

【0022】

更にまた、本発明における強化繊維基材には、繊維の一部に次述する樹脂が既に含浸さ

れた状態（プリプレグ、セミプレグ、部分含浸プリプレグなど呼ばれる状態）である場合も含まれる。

【0023】

本発明に係るRTM成形で使用する樹脂としては、粘度が比較的強く強化繊維への含浸が容易な熱硬化性樹脂、或いは熱可塑性樹脂を形成するRIM用（Reaction Injection Molding）モノマーなどが好適である。熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、グアナミン樹脂、また、ビスマレイド・トリアジン樹脂等のポリイミド樹脂、フラン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリジアリルフタレート樹脂、さらにメラニン樹脂やユリア樹脂やアミノ樹脂等が挙げられる。

【0024】

また、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン11などのポリアミド、またはこれらポリアミドの共重合ポリアミド、また、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートなどのポリエステル、またはこれらポリエステルの共重合ポリエステル、さらにポリカーボネート、ポリアミドイミド、ポリフェニレンスルファイド、ポリフェニレンオキシド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリオレフィンなど、更にまた、ポリエステルエラストマー、ポリアミドエラストマーなどに代表される熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

【0025】

また、上記の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、ゴムから選ばれた複数をブレンドした樹脂を用いることもできる。

【0026】

中でも好ましい樹脂として、自動車用外板部材や構造部材などの力学特性に影響を与える耐熱性や物理特性の観点から、エポキシ樹脂が挙げられる。

【0027】

一般的に複合材料用エポキシ樹脂としては、主剤として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、グリジシルアミン型エポキシ樹脂が用いられる。一方、硬化剤としては、ジシアンジアミドにジクロロフェニルジメチル尿素を組み合わせた硬化剤系が作業性、物性等のバランスに優れている点で好適に使用されている。しかし、特に限定されるものではなく、ジアミノジフェニルスルホン、芳香族ジアミン、酸無水物ポリアミドなども使用できる。また、樹脂と前述の強化繊維の比率は、重量比率で20:80~70:30の範囲内が外板として適当な剛性を保持する点で好ましい。その中でもFRP構造体の熱収縮を低減させ、クラックの発生を抑えるという点から、エポキシ樹脂または熱可塑性樹脂やゴム成分などを配合した変性エポキシ樹脂、ナイロン樹脂、ジシクロペンタジエン樹脂がより適している。

【0028】

図4は、本発明に係るRTM成形装置を用いた成形システム14の一例を示す概略構成図である。RTM成形金型1は上型2と下型3からなり、上型2が、油圧ポンプ28、油圧シリンダ26を有する金型昇降用油圧装置16によって昇降される金型昇降装置15に取り付けられる。下型3に直接強化繊維基材を、または事前に成形型に収まりやすいように強化繊維基材を製品形状に賦形したプリフォーム基材4（強化繊維基材）を設置し、上型2を閉じる。成形型の材質としてはFRP、鋳鋼、構造用炭素鋼、アルミニウム合金、亜鉛合金、ニッケル電鍍、銅電鍍が挙げられる。量産には、剛性、耐熱性、作業性の面から構造用炭素鋼が好適である。

【0029】

成形金型1には、樹脂注入ランナーに繋がる複数の樹脂注入管6、7、8、排出ランナーに繋がる一つの排出管9が設けられている。そして、各樹脂注入管6、7、8及び排出管9は各々注入バルブ6b、7b、8b、排出バルブ9bを介して樹脂注入流路25、排出流路27に接続されている。樹脂注入流路25は樹脂注入装置17に接続されている。樹脂注入装置17は主剤タンク21a、硬化剤タンク21bにそれぞれ主剤、硬化剤を収

容し、それぞれのタンクは加温、真空脱泡できる機構を備えている。樹脂注入時にはそれぞれのタンクから加圧装置 22 により樹脂を樹脂注入流路 25 に向かって押し流す。該加圧装置 22 は、一例としてシリンジポンプ 22a、22b を用いており、該シリンジポンプを同時に押し出すことで定量性も確保することが 2 液混合により硬化する樹脂には好ましい。押し出された主剤、硬化剤は、混合ユニット 23 で混合され、樹脂注入流路 25 に至る。排出流路 27 は真空ポンプ 18 への樹脂の流入を防ぐために、樹脂トラップ 19 に接続されている。

【0030】

なお、樹脂注入管の数や位置は、成形型の形状や寸法や一つの型内で同時に成形する成形品の数量などによって異なるが、樹脂注入装置 17 からの注入用流路 25 を樹脂注入管 6、7、8 に接続する箇所が増えて注入作業が繁雑になることを防ぐため、注入管はできるだけ少ないことが好ましい。しかし、比較的大型の成形品を高速に成形するためには、複数の樹脂注入管を用いて同時又は順次樹脂注入を行うことによって、単一の注入管による樹脂注入の場合より、数倍の速度で効率的に樹脂流動、含浸を行うことができる。

【0031】

図 2 は、四隅に曲率を有する平板を高速成形する R T M 成形型の平面図、とくに下型 3 の平面図である。上型 2 と下型 3 は、図 1 に示すように、下型 3 側のピン孔 11 に上型 2 側のピン 12 が挿入されることにより位置合わせされ、間に型シール 5 を介在させて密閉された状態で型閉じされる。図 3 は、図 2 に示した成形型の縦断面を示している。図 2 を参照して説明するに、該平板の成形方法としての従来の R T M 成形方法は、成形キャビティ 10 の外辺の 1 辺にある樹脂注入ラインを構成する樹脂注入ランナー 6c と樹脂注入フィルムゲート 6d に連通する注入管 6 から樹脂が加圧注入され、対面に設けられた排出管 9 に連通する成形キャビティ 10 の外辺の 1 辺にある樹脂排出ラインを構成する排出フィルムゲート 9d と排出ランナー 9c に向かって樹脂が流動して、強化繊維基材に含浸される。即ち、成形キャビティ 10 の外辺の 1 辺からなる単一の樹脂注入ライン（樹脂注入管 6 に連通した樹脂注入ランナー 6c と樹脂注入フィルムゲート 6d から構成）から、成形キャビティの外辺の 1 辺からなる単一の樹脂排出ライン（樹脂排出管 9 に連通した樹脂排出フィルムゲート 9d と樹脂排出ランナー 9c から構成）に向かって、樹脂注入ラインから加圧された樹脂を成形キャビティ内の強化繊維基材に流動し、含浸させる成形方法である。

【0032】

この方法では、比較的小型の成形品、即ち樹脂注入ラインから排出ラインまでの距離が短い成形品を成形する場合は比較的短時間で成形でき、量産可能であるが、大型成形品、即ち樹脂注入ラインから排出ラインまでの距離が長い場合、樹脂流動が高次関数的に減衰していくため、樹脂流動時間も長くなり、場合によっては樹脂のゲル化時間までに含浸が終了しない場合がある。この様な場合は、低粘度の樹脂を用いたり、樹脂の圧力を上げて高速注入する方法が採られるが、強化繊維が樹脂流動圧力で乱れたり、成形品のサイズや形状によってはそれでも成形品全域の含浸に限界がある。

【0033】

上述の様に、成形品が大型なため従来の R T M 成形方法では高速成形が困難で、量産が難しい場合、図 2 に示すように、樹脂注入ラインを成形キャビティ 10 の外辺の一边だけではなく、複数箇所設けることで解決できる。即ち、樹脂注入ラインを従来の樹脂注入ライン 6 以外に、樹脂排出ライン 9 側に向かって樹脂注入管 7、8 を追加し、樹脂注入ランナー 6c と樹脂注入フィルムゲート 6d から構成される樹脂注入ライン、樹脂注入ランナー 7c と樹脂注入フィルムゲート 7d から構成される樹脂注入ライン、樹脂注入ランナー 8c と樹脂注入フィルムゲート 8d から構成される樹脂注入ラインから同時又は順次樹脂注入することによって、高次関数的に減衰する樹脂流動を解消することができる。つまり、樹脂注入ラインと樹脂排出ラインが成形品（即ち、繊維強化基材全体）の外周の実質的に全域にわたる様に設けることである。特に有効な方法は、樹脂注入ラインを該外周の半分以上設けること、更に望ましくは樹脂注入ラインが樹脂排出ラインの 2 倍以上となるよ

うに設けると極めて効率的で高速成形が可能となる。なお、図2における6a、7a、8a、9aは、シール用ゴム部材をそれぞれ示している。

【0034】

樹脂注入管6からの樹脂注入を補填する樹脂注入管7、8からの樹脂注入の可否や注入タイミングは、成形品のサイズや形状によって決める必要がある。また、その場合、補填する樹脂注入ライン7、8からの樹脂が基材中央より側辺部の方に先回りし易いことから、樹脂排出ラインの長さを1辺より極端に短くしたり、樹脂排出管9の位置を変えるなどの修正を必要とする場合がある。

【0035】

更にまた、成形品が図1、図2に示す平板のような比較的左右対称な形状やL/D（長さとの比）が比較的大きい場合、例えば2倍以上のような場合は、樹脂排出ライン9以外に、樹脂注入管6からの樹脂注入ラインを最初から樹脂排出ラインにして、樹脂注入管7、8からの樹脂注入ラインからの注入樹脂の流れを左右に分けて、効率良く含浸させる方法も有効である。

【0036】

また、樹脂が強化繊維基材のほぼ全域に注入される頃、或いは注入途中で、樹脂排出ラインを切り替えて樹脂注入ラインにすることも有効である。即ち、樹脂流動が悪く、樹脂排出ラインに樹脂が流出してくることを待っていても、どうしても樹脂が該排出ラインに到達しない場合、逆に該樹脂排出ラインから樹脂を注入することによって、樹脂の未含浸を防ぐことが出来る。

【0037】

例えば、樹脂の流動状況を樹脂検知センサーを型内に配置しておき、樹脂排出ラインに到達する前に樹脂のゲル化が始まって流れが滞留する場合などに、樹脂排出ラインからの樹脂注入を行うと未含浸防止に効果的である。

【0038】

樹脂注入流路25や樹脂注入管6、7、8の材料は、十分な流量の確保と樹脂との適合性（耐熱温度や耐溶剤性、耐圧力等）を考慮する必要がある。該注入流路や注入管には口径5～30mmのものをを用い、樹脂の注入圧力に耐えるために1.0MPa以上の耐圧性と樹脂硬化時の温度に耐えるために100℃以上の耐熱性が必要である。その為には、例えば厚みが2mm程度の”テフロン”（登録商標）製チューブが好適である。但し、”テフロン”（登録商標）以外にも、比較的安価なポリエチレンチューブやナイロンチューブ、更にスチール、アルミや銅等の金属管であってもよい。

【0039】

尚、樹脂排出管9の数や位置は成形型の形状や寸法、一つの型内で同時に成形する成形品の数量などによって異なるが、樹脂排出口もできるだけ少ない方が、樹脂流動が安定的で樹脂流動コントロール操作も簡単なことから好ましい。

【0040】

樹脂排出管や樹脂排出流路の材料も、樹脂注入流路25等と同様に、十分な流量の確保と樹脂との適合性（耐熱温度や耐溶剤性、耐圧力等）を考慮する必要がある。樹脂排出流路27としてはスチール、アルミ等の金属管、あるいはポリエチレン、”テフロン”（登録商標）等のプラスチック製のチューブが挙げられるが、直径5～10mm、厚み1～2mmの”テフロン”（登録商標）製チューブが作業性の面からより好適である。

【0041】

樹脂注入時の樹脂注入流路6～8、樹脂排出路9の途中に設置する注入バルブ6b～8bや樹脂排出バルブ9bは、バイスグリップ等により、直接作業員により流路を挟むことで全域開閉や口径を変化させることができる。また、バイスグリップのハンドル部分にアクチュエータを設置して自動化することや、またバイスグリップの代わりに電磁バルブやエアオペレーションバルブを用いる等したバルブ開閉装置を適用することが出来る。そして、このバルブ開閉装置と事前にバルブの開度情報を入力した記憶装置を接続することで、より精度の高い開閉を行うことも好適である。さらに、樹脂排出バルブ9bは、単な

る開閉の2値ではなく、流路の径を変化（ボールバルブの開度調節）させることも可能である。

【0042】

樹脂の加圧は、シリンジポンプなどによる加圧方法によれば定量性も得られる。樹脂の注入圧は0.1～1.0MPaの範囲で用いるのが好ましい。ここで樹脂の注入圧とは、加圧装置22により加圧される最大圧力を指している。

【0043】

最終的に樹脂が型内の強化繊維基材に完全に含浸され、樹脂排出管9や樹脂排出流路27にまで到達したら排出バルブ9bを閉じ、その後暫く樹脂加圧装置22によって加圧された注入圧で型内を保圧した後、樹脂注入用バルブ6b～8bも閉じて樹脂注入を終了する。成型型は熱媒循環式の温調機20によって加熱されており、これにより樹脂を硬化させる。熱媒としては、水、スチームや鉱物油などが用いられる。

【0044】

上述の様なRTM成型設備（成型システム）14によってRTM成型を行い、ボイドなどの欠陥がなく外観品位に優れ、所定の力学特性を有する高品質のFRP成型品を安定的に得るためには、強化繊維基材の裁断、積層、プリフォーム化、型へのレイアップなどの事前準備の適正化と共に、樹脂注入、含浸、硬化までの成型条件が非常に重要である。特に、生産性（生産の効率化）を考慮した製造条件を適正に設定する必要がある。

【0045】

その為には、既に指摘したような「樹脂注入圧力」、「成型温度」や「樹脂流速」、「樹脂の温度特性」等が、反応性樹脂の特性を十分考慮した上で、成型寸法に相応した適正な値に設定される必要がある。特に、本特許では生産効率を考慮して流動性が良い反面、短時間でゲル化し、直ぐに硬化する反応性樹脂材料を対象としているため、高速流動含浸が必要となる。

【0046】

しかし、樹脂圧力を上げ、流速を早めて注入すると、先に述べたように基材の乱れや表層にボイドやピットが生じやすい。従って、単純に流速を早めては前述のような外観品位に問題を生じるため、被含浸基材に対する適正な樹脂流速、即ち該基材の面積に相応した流量を設定する必要がある。

【0047】

なお、本発明に係るRTM成型装置および方法には、成型型が上下の両面型からなり、加圧樹脂を樹脂注入口から流入しながら樹脂排出口で樹脂を型内の空気と共に排出し、空気を排気し終えた時点で排出口を閉鎖して型内の樹脂を加圧しながら硬化する一般的なRTM成型方法ばかりでなく、型内の空気を真空吸引し排気しながら、或いは殆ど排気した後に樹脂注入して、やがては吸引口を閉鎖して加圧注入硬化するRTM成型方法、更には成型型が片面でキャビティ部をフィルムなどのバッキング材でパッグし、キャビティ部を真空吸引した後、真空圧によって加圧してキャビティ部内に樹脂注入し成形する真空RTM成型方法も含む。

【実施例】

【0048】

図4に示す本発明に係わるRTM成型システム14において、本発明の成型条件で成形する一例として、大型平板（長さ1600mm×幅700mm×高さ（厚み）2mm）を成形した例を説明する。本例で用いたRTM成型金型1の全体図を図1、図2に、成形に用いた樹脂の温度と粘度の関係及び成型温度における樹脂硬化度－時間特性を図5に示す。樹脂注入管6～8、排出管9を有する成型型1（上型2、下型3共に長さ2000mm、幅1000mm、高さ350mm）の下型3に設けられた成型キャビティ10部に、東レ（株）製炭素繊維”トレカ”クロス（CO6343B：T300B-3K、目付：192g/m²）を8ply（0/90°配向基材；4ply、±45°配向基材；4ply）積層し、予め平板形状に賦形されたプリフォーム基材4を配置し、金型昇降装置15にて上型2、予め平板形状に賦形されたプリフォーム基材4を配置し、金型昇降装置15によって200トンで加圧されている。上型2は金型昇降機15によって200トンで加圧されている。

また、上型 2、下型 3 共に温調機 20 (図 4) によって 100℃ にほぼ一樣且つ一定に加温されている。

【0049】

図 3 に示すように、下型 3 に設けられた樹脂注入ラインは (例えば樹脂注入管 6 の位置では) 分岐管 24 を介して樹脂注入用流路 25 に連通し、途中に注入バルブ 6b を介する樹脂注入管 6 と該樹脂注入管より加圧注入された樹脂をライン状に一旦貯留させる樹脂注入ランナー 6c 及び該ランナー 6c と連通してキャビテーター内に樹脂を注入する樹脂注入フィルムゲート 6d (上型とのクリアランス; 0.5 mm) で構成される。同様の構成で、図 2 に示す様に樹脂注入ラインは他にも左右で一対となる樹脂注入管 7、8 が設けられている。また、樹脂排出ラインは樹脂排出流路 27 に連通し、途中に樹脂排出バルブ 9b を介する樹脂排出管 9 と該樹脂排出管に連通し、排出樹脂をライン状に一旦貯留させる樹脂排出ランナー 9c 及び該ランナー 9c と連通してキャビテーター内からガスなどと共に樹脂樹脂が排出される樹脂排出フィルムゲート 9d (上型とのクリアランス; 0.5 mm) で構成され、1 辺に設けられている。

【0050】

結局、樹脂注入ラインと樹脂排出ラインによって、実質的にキャビティのほぼ全周が囲まれている。また、樹脂注入ラインは樹脂排出ラインの 5 倍近い長さである。

【0051】

図 4 に示す樹脂注入流路 25 及び樹脂注入管 6～8 共に直径 1.2 mm、厚さ 1.5 mm の”テフロン” (登録商標) 製チューブを使用した。一方、排出流路 27 及び排出管 9 ともに直径 1.6 mm、厚さ 2 mm の”テフロン” (登録商標) 製チューブを使用した。排出流路 27 には樹脂が真空ポンプ 18 まで流入するのを防ぐため、途中に樹脂トラップ 19 を設けた。

【0052】

また、樹脂注入管 6～8 や排出管 9 と下型 3 とのシールを行うために、シール用ゴム部材 6a～9a が、上、下型間の密閉を保つために型シール材 (Oリング) 5 をキャビティ面の外周に、それぞれ配設されている。

【0053】

上記成形装置において、樹脂排出口 9 から真空ポンプ 18 で型内 (キャビティ部) の空気を排出し、型内圧力を 0.01 MPa 以下となったことを真空圧力計 (記載略) により確認した後、加圧装置 22 を有する樹脂注入装置 17 により加圧されたエポキシ樹脂の注入を開始する。尚、加圧装置 22 は、シリンジポンプ 22a、22b を用いており、樹脂注入時にはタンク側への樹脂の逆流を防ぐように構成されている。用いた樹脂は、主剤として”エピコート” 828 (油化シェルエポキシ社製エポキシ樹脂)、硬化剤は東レ (株) ブレンドの T R - C 3 5 H (イミダゾール誘導体) を混合して得た液状エポキシ樹脂である。金型温度、即ち成形温度が 100℃ におけるこのエポキシ樹脂の粘度-時間特性、詳しくはエポキシ樹脂組成物の粘度変化を樹脂の硬化プロファイル追跡の指標として用いられるキュアインデックス値を図 5 に示す。グラフよりこの樹脂は約 6 分でキュアインデックスが 90% を上回り、脱型が可能な状態に達する。

【0054】

樹脂注入装置 17 では、事前に主剤 21a、硬化剤 21b を攪拌しながら 60℃ で加温し、所定の粘度まで降下させ、かつ真空ポンプ 18 で脱泡を行っている。

【0055】

樹脂注入の初期は、攪拌される樹脂混合ユニット内の空気や樹脂注入流路用ホース内の空気が型内に入るため、型内には流さずに図示しない分岐路から空気を混入した樹脂を廃棄し、その後樹脂内に空気が混入していないことを確認してから、加圧樹脂を型内に注入した。また、加圧装置のシリンジポンプ 22a、22b の吐出条件は 500 cc / ストロークに設定した。最初のガスを混入した樹脂を廃棄した後、樹脂注入流路 25 に設置した注入圧力計 (図示略) によって注入樹脂圧 (0.6 MPa) を確認して注入バルブ 6b を開き、型内に樹脂を注入する。注入開始時は、排出管 9 の排出バルブ 9b は開口状態とし

た。

【0056】

樹脂注入管6から樹脂注入を開始してから1分30秒後に樹脂注入管7のバルブを7bを開放して、樹脂注入管7からの樹脂注入を開始した。その後、更に1分経過後、樹脂注入管8のバルブを8bを開放して、樹脂注入管8からの樹脂注入を開始した。

【0057】

その間、樹脂の強化繊維基材への含浸促進と、該基材内に内蔵している微量の気泡を効率的に除去するための操作として、排出バルブ9bの開閉を4回、バイスグリップを用いて行った。

【0058】

樹脂注入管6より樹脂注入を開始してから、3分30秒後に排出管9に樹脂が流出してきた。その後、そのまま約30秒間樹脂を流出させた後、排出管9のバルブ9bを閉じた。樹脂注入開始から約4分であった。

【0059】

完全に樹脂注入含浸が終了した上記の状態で、その後30秒間樹脂圧0.6MPaで保圧した後、12分間加熱保持し、金型から成形品を取り出した。

【0060】

成形品の全域の外観を評価したが、ボイドやピンホールが全くなく、極めて意匠性に富む良品であった。

【0061】

比較例として、上記成形装置及び条件下で、樹脂注入管7、8からは一切樹脂注入せず（ランナー7c、8cおよびフィルムゲート7d、8dを封鎖）、樹脂注入管6からだけで成形した場合、樹脂注入含浸に約11分を要し、且つ排出部近辺に約400cm²の未含浸部が発生した。

【0062】

また、上記実施例は繊維強化樹脂の単板構造であったが、他の実施例として内部にフォームコア（厚さ10mm、見掛け比重0.1）を含む炭素繊維強化サンドイッチ構造体（前記フォームコアの上下面に上述の炭素繊維”トレカ”クロスを3plyずつ積層）でも、殆ど同様の表面品位に優れた成形品が得られた。因みに、含浸時間は約5.5分で、上述同様に短時間であった。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明は、製品サイズが1m²以上の比較的大型な一般産業用FRPパネル部材、特に、自動車用外板部材として使用されるFRP部材のRTM成形に好適なものである。尚、自動車用外板部材とは、乗用車やトラックにおけるドアパネルやフード、ルーフ、トランクリッド、フェンダー、スポイラー、サイドスカート、フロントスカート、マッドガード、ドアインナーパネル等のいわゆるパネル部材である。特に、意匠性が求められる比較的大型のパネル部材に好適である。その他のFRPパネル部材としては、鉄道車両におけるドア、サイドパネル、内装パネルなどの各種パネル類、クレーンなどの建設機械のカバー類、建築における仕切板、パーティション、ドアパネル、遮蔽板等であり、またスポーツにおけるサーフィンボード、スケートボード、自転車部品などの外表面パネルが該当する。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明に係るRTM成形装置における成形型の一例を示す斜視図である。

【図2】図1の成形型の下型の平面図である。

【図3】図2の下型の縦断面図である。

【図4】本発明に係るRTM成形装置および方法を用いたRTM成形システムの概略全体構成図である。

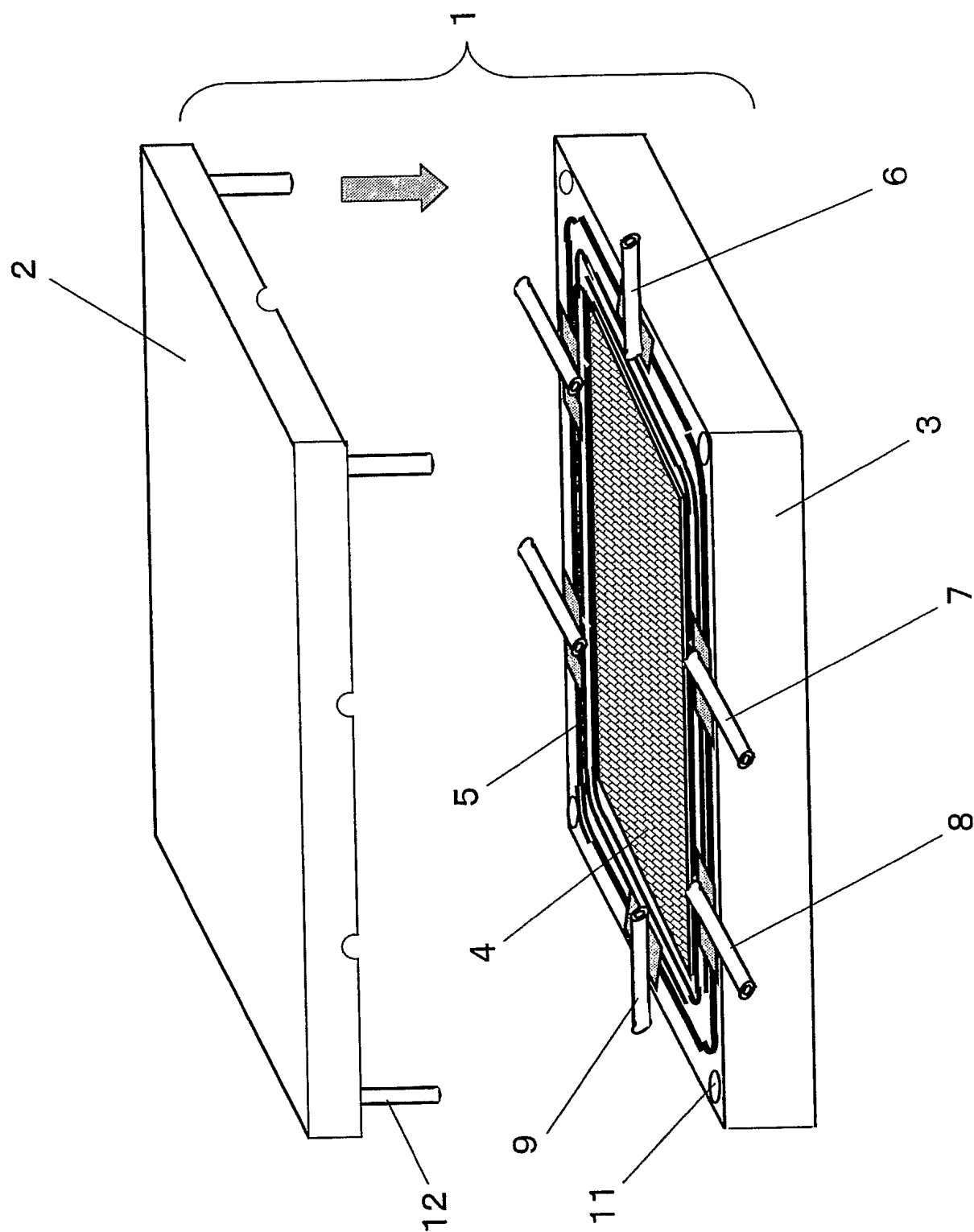
【図5】本発明の実施例に用いた樹脂の特性図である。

【符号の説明】

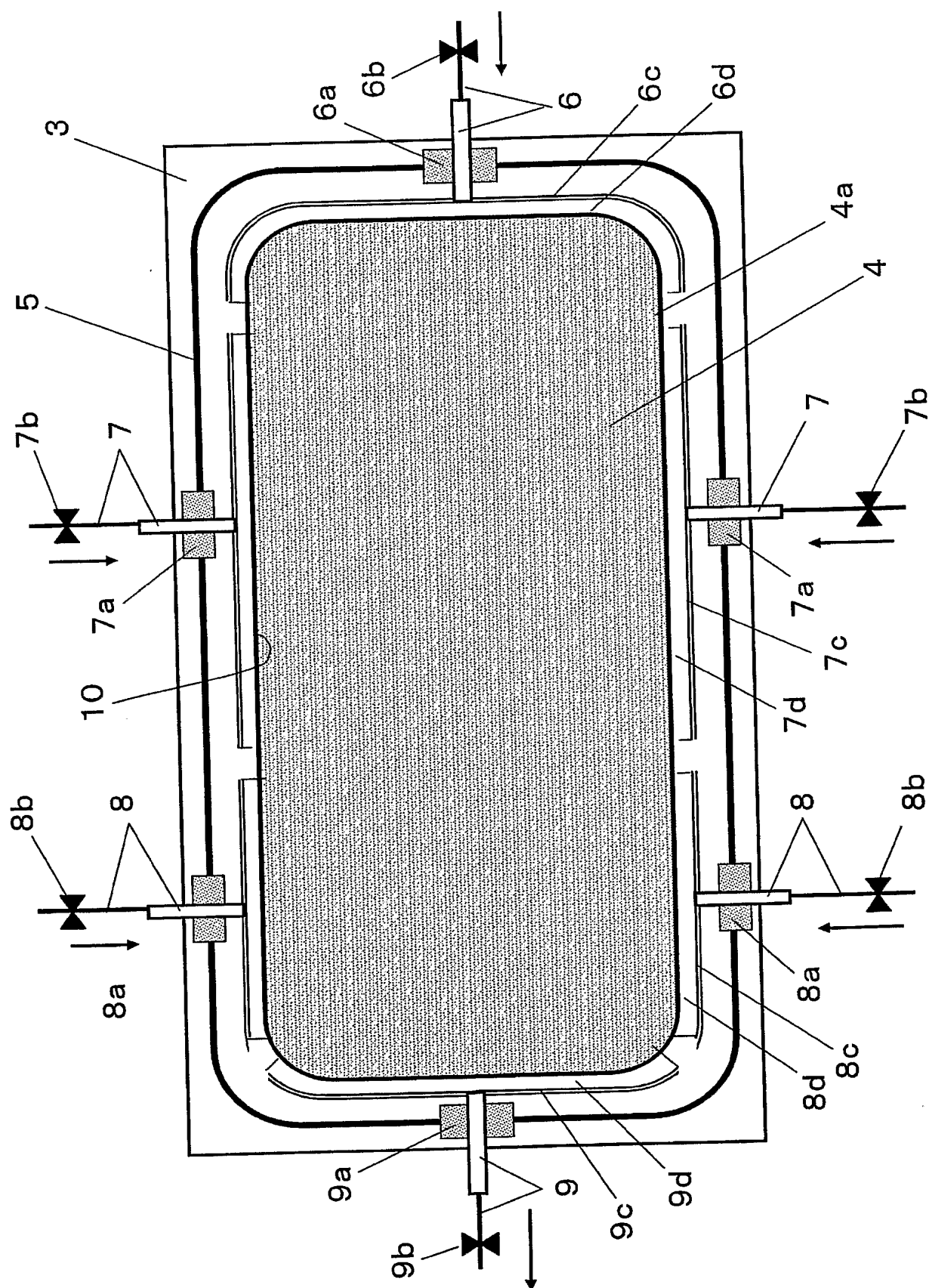
【0 0 6 5】

- 1 R T M成形型
- 2 上型
- 3 下型
- 4 プリフォーム基材（強化繊維基材）
- 5 型シール材
- 6、7、8 樹脂注入管
- 6 a、7 a、8 a シール用ゴム部材
- 6 b、7 b、8 b 樹脂注入バルブ
- 6 c、7 c、8 c 樹脂注入ランナー
- 6 d、7 d、8 d 樹脂注入フィルムゲート
- 9 樹脂排出管
- 9 a シール用ゴム部材
- 9 b 樹脂排出バルブ
- 9 c 樹脂排出ランナー
- 9 d 樹脂排出フィルムゲート
- 1 0 キャビティ
- 1 1 ピン孔
- 1 2 ピン
- 1 4 R T M成形システム
- 1 5 金型昇降装置
- 1 6 金型昇降用油圧装置
- 1 7 樹脂注入装置
- 1 8 真空ポンプ
- 1 9 樹脂トラップ
- 2 0 温調機
- 2 1 a 主剤タンク
- 2 1 b 硬化剤タンク
- 2 2 加圧装置
- 2 3 混合ユニット
- 2 4 分岐管
- 2 5 樹脂注入流路
- 2 6 油圧シリンダー
- 2 7 排出流路
- 2 8 油圧ポンプ

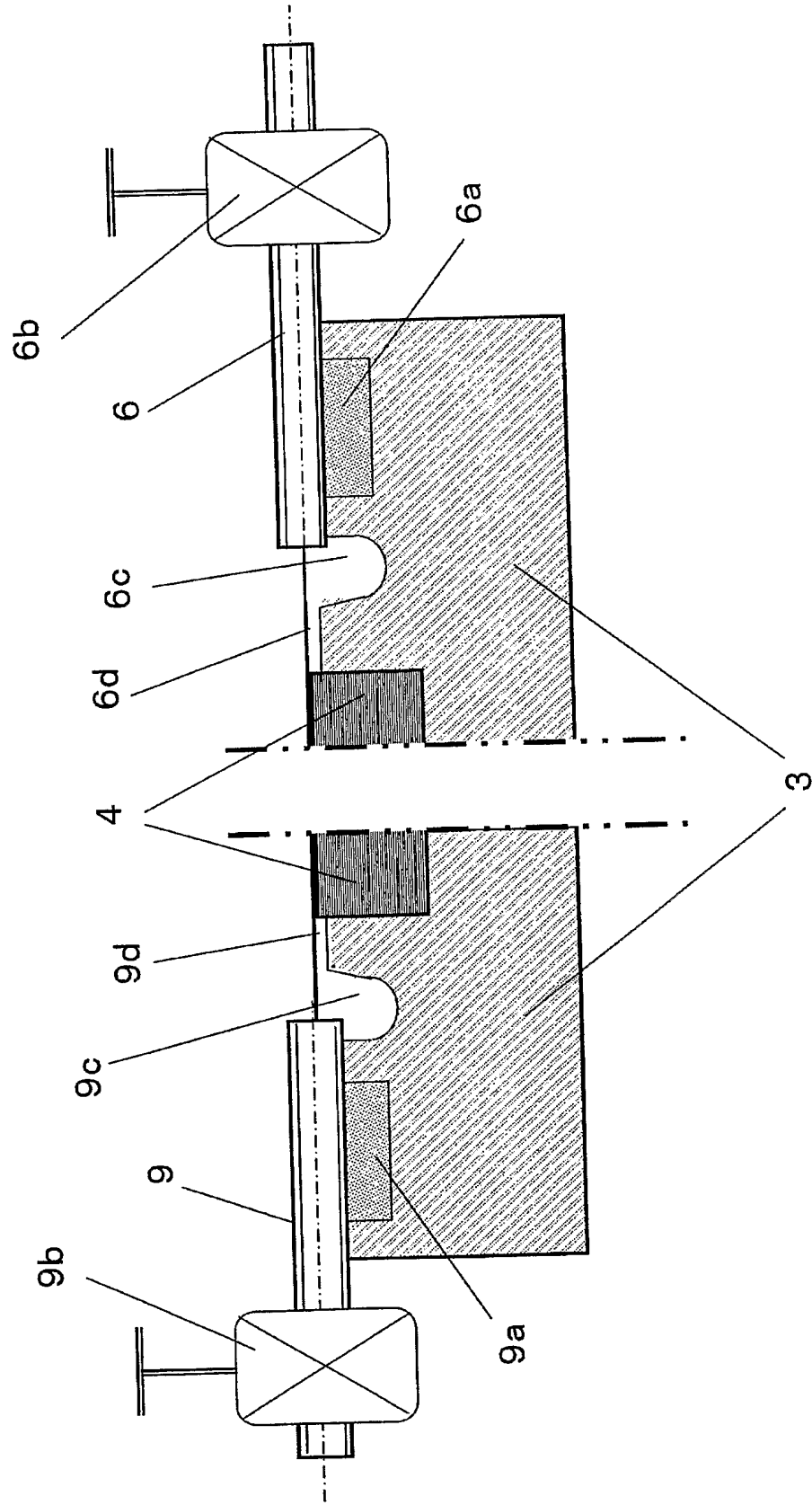
【書類名】 図面
【図 1】



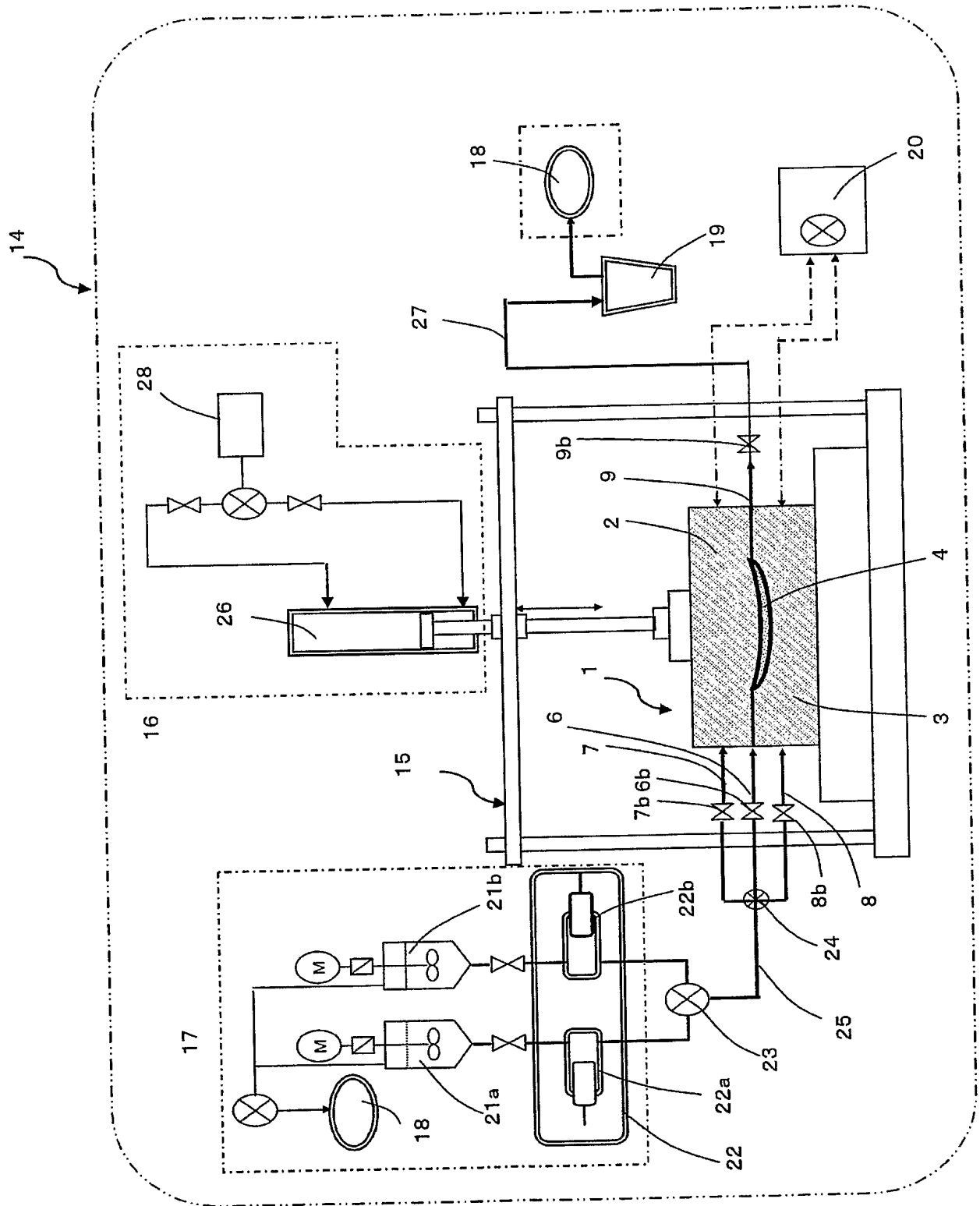
【図 2】



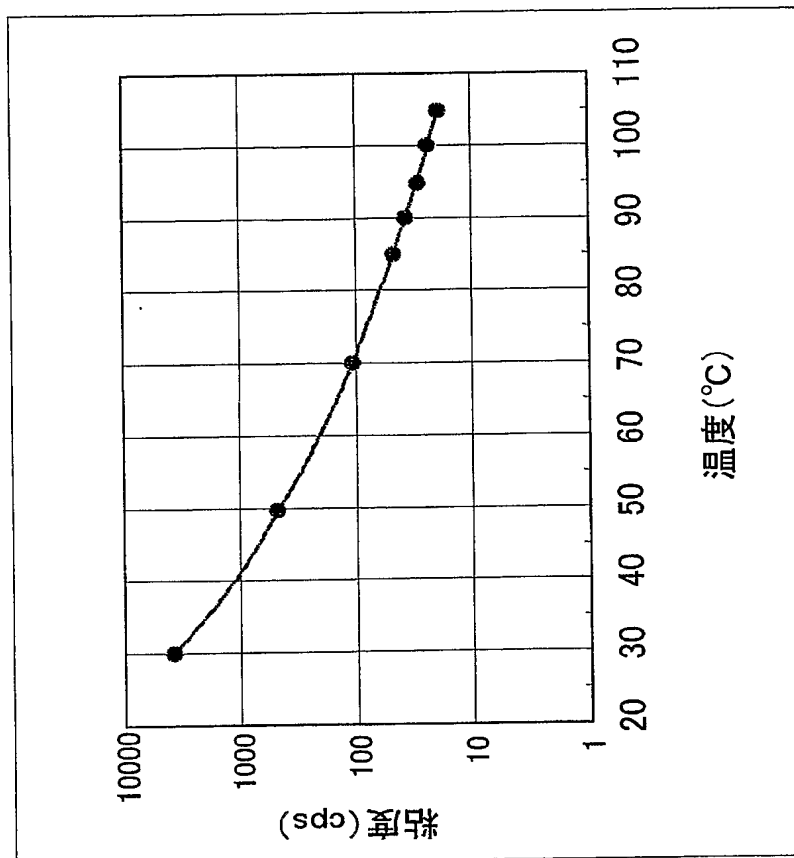
【図 3】



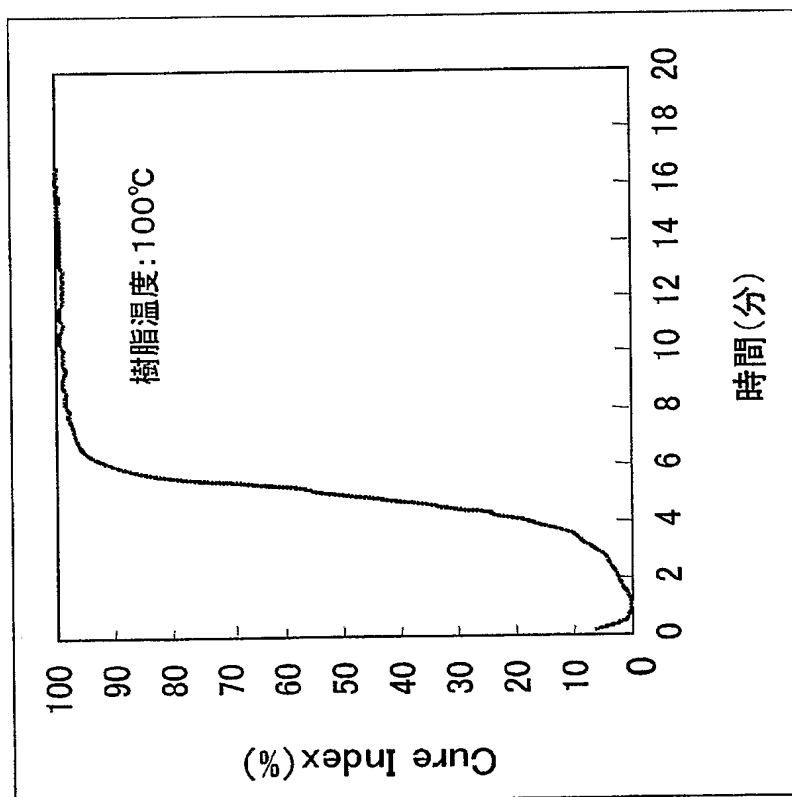
【図 4】



【図 5】



(B) 樹脂粘度と温度の関係



(A) 樹脂硬化度と時間の関係

【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 比較的大型の繊維強化樹脂製品を成形する R T M 成形において、ボイドのない高品質の成形品を効率よく短時間で成形可能な R T M 成形装置および方法を提供する。

【解決手段】 成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、該キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けてマトリックス樹脂を注入して該強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させる繊維強化樹脂の R T M 成形装置において、樹脂注入ラインが複数に分割形成されていることを特徴とする R T M 成形装置、および R T M 成形方法。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 2 8 1 6 1 1
受付番号	5 0 4 0 1 6 4 5 5 1 2
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 6 年 9 月 2 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成16年 9月28日

特願 2 0 0 4 - 2 8 1 6 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 1 5 9]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号

氏 名

東レ株式会社